

17 NOV. 2003



MAILED 06 JAN 2004

WIPO PCT

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 12 NOV. 2003

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous Informer : INPI DIRECT

INPI 0825 83 85 87

0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété Intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/3

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISE DES PIÈCES DATE 31 JUIL 2003 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0309467 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 31 JUIL. 2003		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET LAVOIX 2, Place d'Estienne d'Orves 75441 PARIS CEDEX 09	
Vos références pour ce dossier (facultatif) BFF 03P0119			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
2e Demande divisionnaire		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° 02 13326 Date 24 10 2002	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° Date	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/> N° Date	
Demande de brevet initiale			
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Antenne à matériau BIP multi-bandes de fréquences.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale Prénoms Forme juridique N° SIREN Code APE-NAF Domicile ou siège Rue Code postal et ville Pays Nationalité N° de téléphone (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.) 3, rue Michel Ange 75016 PARIS FRANCE Française N° de télécopie (facultatif) <input checked="" type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	

Remplir impérativement la 2^{ème} page

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE



Page suite N° 2. / 3.

BR/SUITE

REMISE DES PIÈCES
DATE **31 JUIL 2003**
LIEU **75 INPI PARIS**
N° D'ENREGISTREMENT **0309467**
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 VI / 010702

Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i>		BFF 03P0119
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N°
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		775665912
Code APE-NAF		
Domicile ou siège	Rue	2 Place Maurice Quentin
	Code postal et ville	75001 PARIS
	Pays	FRANCE
Nationalité		Française
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		
6 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Domicile ou siège	Rue	
	Code postal et ville	
	Pays	
Nationalité		
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		
7 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		B. DOMENEGO n° 00-0500 
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 3/3

BR2

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

31 JUIL 2003

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0309467

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 030103

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)		
Nom		
Prénom		
Cabinet ou Société		CABINET LAVOIX
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	2 Place d'Estienne d'Orves
	Code postal et ville	75441 PARIS CEDEX 09
	Pays	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)		01 53 20 14 20
N° de télécopie (facultatif)		01 48 74 54 56
Adresse électronique (facultatif)		brevets@cabinet-lavoix.com
7 INVENTEUR (S)		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI
B. DOMENEGO n° 00-0500 <i>B. Domenego</i>		<i>Ch. Chah</i>

L'invention concerne une antenne multi-bandes de fréquences comportant :

- un matériau BIP (Bande d'Interdiction Photonique) apte à filtrer spatialement et fréquentiellement des ondes électromagnétiques, ce matériau BIP présentant au moins une bande non passante et formant une surface extérieure rayonnante en émission et/ou en réception,
- au moins un défaut de périodicité du matériau BIP de manière à créer au moins une bande passante étroite au sein de ladite au moins une bande non passante de ce matériau BIP, et
- un dispositif d'excitation apte à émettre et/ou recevoir des ondes électromagnétiques à l'intérieur de ladite au moins une bande passante étroite créée par ledit au moins un défaut.

Les antennes à matériau BIP présentent l'avantage d'avoir un encombrement réduit par rapport à d'autres types d'antennes, telles que les antennes à réflecteur, à lentille ou à cornet.

De telles antennes à matériau BIP sont décrites en particulier dans la demande de brevet FR 99 14521, publiée sous le n° 2 801 428 au nom du C.N.R.S. (Centre National de la Recherche Scientifique). Ce brevet décrit précisément un mode de réalisation d'un matériau BIP présentant un seul défaut formant une cavité résonante à fuites. De plus, et bien qu'aucun mode de réalisation de cette variante ne soit décrit explicitement, ce brevet envisage également la possibilité de créer des antennes multi-bandes à partir de matériaux BIP. En effet, ce brevet enseigne qu'un défaut créé dans le matériau BIP permet d'engendrer une bande passante étroite au sein d'une bande non passante plus large de ce matériau BIP. Par conséquent, pour créer des antennes multi-bandes, plusieurs défauts doivent être créés dans le matériau BIP de manière à créer plusieurs bandes passantes étroites au sein de la même bande non passante du matériau BIP. C'est ce qui est indiqué à la page 10, lignes 23 à 25 de cette demande de brevet FR 99 14521.

Il est rappelé ici qu'une antenne multi-bandes désigne une antenne apte à travailler à plusieurs fréquences de travail différentes et distinctes les unes des autres. De plus, l'antenne multi-bandes présente, pour chacune des

fréquences de travail, un même diagramme de rayonnement et la même polarisation de rayonnement.

La construction d'antennes multi-bandes selon l'enseignement de la demande de brevet FR 99 14521 s'est avérée compliquée, notamment à cause
5 des difficultés de conception d'un matériau BIP multi-défauts.

L'invention vise à remédier à cet inconvénient en proposant une antenne multi-bandes de fréquences à matériau BIP plus simple à construire.

L'invention a donc également pour objet une antenne multi-bandes de fréquences telle que décrite ci-dessus, caractérisée en ce que :

10 - le dispositif d'excitation est apte à travailler simultanément au moins autour d'une première et d'une seconde fréquences de travail distinctes,

- la première et la seconde fréquences de travail sont situées à l'intérieur respectivement d'une première et d'une seconde bandes passantes étroites, distinctes l'une de l'autre, et la première et la seconde bandes
15 passantes étroites sont créées par le même défaut de périodicité du matériau BIP.

En effet, il a été découvert qu'un même et unique défaut du matériau BIP crée plusieurs bandes passantes étroites centrées respectivement autour de plusieurs fréquences différentes les unes des autres. Ainsi, pour construire
20 une antenne multi-bandes de fréquences, il n'est pas nécessaire de construire une antenne à matériau BIP multi-défauts, ce qui simplifie la construction de telles antennes.

Suivant d'autres caractéristiques d'une antenne multi-bandes de fréquences conforme à l'invention :

25 - le défaut de périodicité du matériau BIP créant la première et la seconde bandes passantes étroites forme une cavité résonante à fuites présentant une hauteur constante dans une direction orthogonale à ladite surface extérieure rayonnante, et cette hauteur est adaptée pour placer la première et de la seconde bandes passantes étroites au sein de ladite au moins
30 une bande non passante du matériau BIP,

- la hauteur de la cavité est adaptée pour placer la première et la seconde bandes passantes étroites au sein d'une même bande non passante du matériau BIP,

- le matériau BIP présente une première et une seconde bandes non passantes disjointes et espacées l'une de l'autre, et la hauteur de la cavité est adaptée pour placer la première et la seconde bandes passantes étroites au sein respectivement de la première et de la seconde bandes non passantes du matériau BIP,

- ladite première bande passante étroite est sensiblement centrée sur une fréquence fondamentale, tandis que ladite seconde bande passante étroite est sensiblement centrée sur un multiple entier de cette fréquence fondamentale,

- la cavité présente une famille de fréquences de résonance formée par une fréquence fondamentale et ses harmoniques, le mode de résonance de la cavité et le diagramme de rayonnement de l'antenne étant les mêmes pour chaque fréquence de résonance de la famille, et la première et la seconde fréquences de travail correspondent chacune, dans leur bande passante étroite respective, à une fréquence de la même famille,

- la cavité présente au moins deux familles de fréquences de résonance formées chacune par une fréquence fondamentale et ses harmoniques, le mode de résonance et le diagramme de rayonnement de l'antenne étant les mêmes pour chaque fréquence de résonance d'une même famille et différents de ceux des autres familles de fréquences de résonance, et la première et la seconde fréquences de travail correspondent chacune, dans leur bande passante étroite respective, à des fréquences appartenant à des familles différentes,

- le dispositif d'excitation est propre à émettre des ondes électromagnétiques à la première fréquence de travail ayant une polarisation différente des ondes électromagnétiques émises à la seconde fréquence de travail.

- le dispositif d'excitation comporte au moins un même élément d'excitation apte à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques simultanément à la première et à la seconde fréquences de travail,

- le dispositif d'excitation comporte un premier et un second éléments d'excitation aptes chacun à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques, et en ce que le premier élément d'excitation est apte à

travailler à la première fréquence de travail, tandis que le second élément d'excitation est apte à travailler à la seconde fréquence de travail,

- chacun des éléments d'excitation est propre à générer, sur ladite surface extérieure, respectivement une première et une seconde taches rayonnantes disjointes l'une de l'autre, chacune de ces taches rayonnantes représentant l'origine d'un faisceau d'ondes électromagnétiques rayonné en émission et/ou en réception par l'antenne,

- la cavité résonante à fuites est de forme parallélépipédique.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins, sur lesquels :

- la figure 1 est une illustration d'une antenne multi-bandes de fréquences conforme à l'invention ;
- la figure 2 est un graphique représentant le coefficient de transmission de l'antenne de la figure 1 ;
- les figures 3A et 3B sont des illustrations des diagrammes de rayonnement de l'antenne de la figure 1 ;
- la figure 4 est une illustration d'un second mode de réalisation d'une antenne multi-bandes de fréquences conforme à l'invention ; et
- la figure 5 est un graphique représentant le coefficient de transmission de l'antenne de la figure 4.

La figure 1 représente une antenne multi-bandes de fréquences 140 comportant un matériau 142 à bande d'interdiction photonique ou matériau BIP et un plan métallique 144 réflecteur d'ondes électromagnétiques.

Il est rappelé qu'un matériau BIP est un matériau qui possède la propriété d'absorber certaines gammes de fréquences, de sorte qu'il présente une ou plusieurs bandes non passantes, dans lesquelles toute transmission d'ondes électromagnétiques est interdite.

Le matériau BIP est généralement constitué d'un arrangement périodique de diélectrique de permittivité et/ou de perméabilité variable.

L'introduction d'une rupture dans cette périodicité géométrique et/ou radioélectrique, rupture encore appelée défaut, permet d'engendrer un défaut d'absorption et donc de créer une bande passante étroite au sein d'une bande

non passante du matériau BIP. Le matériau BIP est, dans ces conditions, désigné par matériau BIP à défaut.

Pour une description détaillée d'une telle antenne présentant un seul défaut, le lecteur pourra utilement se reporter à la demande de brevet français
5 FR 99 14521 (2 801 428), et plus particulièrement au mode de réalisation décrit en regard de la figure 6.

L'agencement général de l'antenne 140 étant déjà décrit en détail dans la demande de brevet référencée ci-dessus, seules les caractéristiques spécifiques à cette antenne 140 seront décrites ici en détail.

10 Le matériau BIP 142 est ici choisi pour présenter une bande non passante B la plus large possible. Cette bande non passante B est illustrée sur le graphique de la figure 2 représentant l'évolution du coefficient de transmission en décibels du matériau BIP à défaut 142 en fonction de la fréquence des ondes électromagnétiques. Ce coefficient de transmission
15 représente le rapport entre la quantité d'énergie électromagnétique émise sur la quantité d'énergie électromagnétique reçue. La bande non passante B du matériau BIP s'étend ici de 5 GHz à 17 GHz.

Le matériau BIP 142 comporte un empilement de lames plates diélectriques, le long d'une direction perpendiculaire au plan réflecteur 144. Cet
20 empilement se compose ici, par exemple, de deux lames 150, 152 réalisées dans un premier matériau diélectrique tel que, par exemple, de l'alumine, et de deux lames 154 et 156 réalisées dans un matériau diélectrique différent tel que, par exemple, de l'air. La lame 154 est interposée entre les lames 150 et 152, tandis que la lame 156 est interposée entre la lame 152 et le plan
25 réflecteur 144. La lame 150 est placée à l'extrémité de l'empilement à l'opposé du plan réflecteur 144 et présente une surface intérieure en contact avec la lame 154 et une surface extérieure 158 à l'opposé de la surface intérieure. La surface extérieure 158 forme une surface rayonnante de l'antenne en émission et/ou en réception.

30 Les lames 150 à 156 sont parallèles au plan réflecteur 144.

La hauteur de la lame 156 est supérieure à la hauteur de la lame 154 et forme donc une unique rupture de la périodicité géométrique de l'empilement de matériaux diélectriques du matériau BIP. Le matériau BIP 142 présente

donc, dans cet exemple de réalisation, un seul et unique défaut. La lame 156 forme ici une cavité résonante parallélépipédique à fuites de hauteur constante H dans une direction perpendiculaire au plan réflecteur 144.

La cavité 156 crée une bande passante étroite BP_1 (figure 2) centrée
 5 autour d'une fréquence fondamentale f_0 . La hauteur H détermine la fréquence f_0
 et donc la position de la bande passante étroite BP_1 au sein de la bande non
 passante B. Ici, f_0 est sensiblement égal à 7 GHz.

Il a été constaté que ce même défaut ou cavité 156 génère
 également d'autres bandes passantes étroites sensiblement centrées sur des
 10 multiples entiers de la fréquence f_0 . Jusqu'à présent, ces autres bandes
 passantes étroites n'avaient pas été observées, car elles se situaient en dehors
 de la bande non passante B. En effet, dans les antennes de ce type connues, la
 bande non passante n'est pas suffisamment large et la fréquence f_0 est placée
 sensiblement au milieu de la bande non passante.

15 Dans ce mode de réalisation, la hauteur H est donc choisie pour que
 la bande passante BP_1 soit suffisamment excentrée de manière à ce qu'une
 bande passante BP_2 (figure 2), centrée sur une fréquence f_1 sensiblement
 égale à deux fois f_0 , soit également placée à l'intérieur de la même bande non
 passante B. Ici, f_1 est sensiblement égal à 14 GHz.

20 De façon connue, une telle cavité résonante parallélépipédique
 présente plusieurs familles de fréquences de résonance. Chaque famille de
 fréquences de résonance est formée par une fréquence fondamentale et ses
 harmoniques ou multiples entiers de la fréquence fondamentale. Chaque
 fréquence de résonance d'une même famille excite le même mode de
 25 résonance de la cavité. Ces modes de résonance sont connus sous les termes
 de modes TM_0 , TM_1 , ..., TM_i . Ces modes de résonance sont décrits plus en
 détail dans le document de F. Cardiol, "Electromagnétisme, traité d'Electricité,
 d'Electronique et d'Electrotechnique", Ed. Dunod, 1987. Chaque mode de
 résonance TM_i est susceptible d'être excité ou activé par une onde
 30 électromagnétique voisine d'une fréquence fondamentale f_{mi} . Ces fréquences
 f_{mi} ou leurs harmoniques sont présents dans chacune des bandes passantes
 étroites BP_1 et BP_2 .

Chaque mode de résonance correspond à un diagramme rayonnant ou forme de rayonnement de l'antenne 140 particulier.

A titre d'exemple, les figures 3A et 3B représentent chacune un diagramme de rayonnement ou forme de rayonnement correspondant
5 respectivement aux modes de résonance TM_0 et TM_1 .

Ici, les caractéristiques des lames dans la direction perpendiculaire au plan réflecteur, c'est-à-dire, notamment, leur hauteur ou épaisseur respective, est déterminée conformément à l'enseignement de la demande de brevet FR 99 14521. Plus précisément, ces caractéristiques sont déterminées
10 pour que le mode de résonance TM_0 corresponde à un rayonnement directif selon une direction privilégiée d'émission et/ou de réception perpendiculaire à la surface extérieure 158. Ici, ce rayonnement directif est représenté dans la figure 3A par un lobe principal allongé le long de la direction perpendiculaire à la surface 158. Il a été constaté que la forme du rayonnement représenté à la
15 figure 3A ne dépend pas des dimensions latérales de la cavité 156, c'est-à-dire des dimensions de cette cavité dans un plan parallèle au plan réflecteur si ces dimensions latérales sont supérieures à ϕ , ϕ étant donné par la formule suivante :

$$G_{dB} \geq 20 \log \frac{\pi \Phi}{\lambda} - 2,5. \quad (1)$$

20 où :

- G_{dB} est le gain en décibels souhaité pour l'antenne,
- $\Phi = 2 R$,
- λ est la longueur d'onde correspondant à la fréquence médiane f_0

A titre d'exemple, pour un gain de 20 dB, le rayon R est
25 sensiblement égal à 2.15λ .

Par contre, la forme du rayonnement correspondant à des modes de résonance supérieurs au mode de résonance TM_0 varie en fonction des dimensions latérales de la cavité 156. Ici, ces dimensions latérales sont déterminées de manière à ce que le mode de résonance TM_1 corresponde à un
30 diagramme de rayonnement sensiblement omnidirectionnel dans un demi-espace à trois dimensions délimité par le plan passant par le plan réflecteur 144.

Les dimensions de l'antenne 140 permettant d'obtenir les formes de rayonnement voulues sont déterminées, par exemple, par expérimentation.

Avantageusement, ces expérimentations consistent, à l'aide d'un logiciel de simulation de l'antenne 140, à déterminer les formes de rayonnement correspondant à des dimensions données, puis à faire varier ces dimensions jusqu'à obtenir les diagrammes de rayonnement voulus.

Finalement, l'antenne 140 comporte, ici, deux éléments d'excitation 160 et 162 disposés l'un à côté de l'autre sur la surface du plan 144 à l'intérieur de la cavité 156. Ces éléments d'excitation 160 et 162 sont propres à émettre et/ou recevoir une onde électromagnétique respectivement aux fréquences f_{T1} et f_{T2} . La fréquence f_{T1} est voisine de la fréquence f_{m0} ou de l'un de ses harmoniques. Elle est située à l'intérieur de la bande passante étroite BP₁ de manière à exciter le mode de résonance TM₀ de la cavité 156. La fréquence f_{T2} est voisine de la fréquence f_{m1} ou de l'un de ses harmoniques. Elle est placée à l'intérieur de la bande passante BP₂ de manière à exciter le mode de résonance TM₁.

Ces éléments d'excitation sont connus en tant que tels. Ce sont, par exemple, des antennes plaques ou patch, des dipôles ou des antennes à fente propres à transformer des signaux électriques en des ondes électromagnétiques. A cet effet, les éléments d'excitation 160 et 162 sont raccordés à un générateur/récepteur 164 de signaux électriques conventionnels.

Le fonctionnement de l'antenne multi-bandes de fréquences décrit en regard de la figure 1 va maintenant être décrit.

En émission, le générateur/récepteur 164 transmet des signaux électriques à l'un ou simultanément aux deux éléments d'excitation 160 et 162. Ces signaux électriques sont convertis par l'élément 160 en une onde électromagnétique de fréquence f_{T1} et par l'élément 162 en une onde électromagnétique de fréquence f_{T2} . Ces ondes électromagnétiques aux fréquences f_{T1} et f_{T2} n'interfèrent pas l'une avec l'autre, puisque les fréquences f_{T1} et f_{T2} sont très différentes. En effet, ici, les fréquences f_{T1} et f_{T2} sont situées chacune dans une bande passante étroite, espacées l'une de l'autre par une gamme de fréquences absorbées de largeur de l'ordre de 7 GHz. De plus, ces

fréquences de travail f_{T1} et f_{T2} étant chacune située à l'intérieur d'une bande passante étroite à l'intérieur de la bande non passante B, elles ne sont pas absorbées par le matériau BIP 142.

L'onde électromagnétique de fréquence f_{T1} excite le mode de
 5 résonance TM_0 de la cavité 156, ce qui se traduit par un rayonnement de
 l'antenne 140 directif pour cette fréquence et par l'apparition d'une tache
 rayonnante en émission et/ou en réception formée sur la surface 158. La tache
 rayonnante est ici la zone de la surface extérieure contenant l'ensemble des
 10 points où la puissance rayonnée en émission et/ou en réception est supérieure
 ou égale à la moitié de la puissance maximale rayonnée à partir de cette
 surface extérieure par l'antenne 4. Chaque tache rayonnante admet un centre
 géométrique correspondant au point où la puissance rayonnée est
 sensiblement égale à la puissance rayonnée maximale.

Dans le cas du mode de résonance TM_0 , cette tache rayonnante
 15 s'inscrit dans un cercle dont le diamètre ϕ est donné par la formule (1).

L'onde électromagnétique de fréquence f_{T2} excite, quant à elle, le
 mode de résonance TM_1 , ce qui se traduit par un rayonnement omnidirectionnel
 dans un demi-espace à cette fréquence f_{T2} et par l'apparition d'une seconde
 tache rayonnante en émission et/ou en réception formée sur la surface 158.

20 Chaque tache rayonnante correspond à l'embase ou section droite à
 l'origine d'un faisceau d'ondes électromagnétiques rayonné.

Pour une distance appropriée séparant les éléments 160, 162, les
 taches rayonnantes sont disjointes.

En réception seules les ondes électromagnétiques reçues par la
 25 surface extérieure 158 et ayant une fréquence comprise soit dans la bande
 passante BP_1 , soit dans la bande passante BP_2 , se propagent jusqu'à la
 cavité 156.

Etant donné la directivité du diagramme de rayonnement de
 l'antenne 140 pour la fréquence f_{T1} , seules les ondes électromagnétiques à la
 30 fréquence f_{T1} et sensiblement perpendiculaires à la surface extérieure 158, sont
 transmises jusqu'à l'élément d'excitation 160. Au contraire, étant donné que,
 pour la fréquence f_{T2} , l'antenne 140 est pratiquement omnidirectionnelle dans

un demi-espace, la direction de réception des ondes électromagnétiques à la fréquence f_{T2} sur la surface extérieure est pratiquement quelconque.

A l'intérieur de la cavité 156, l'élément d'excitation 160 transforme les ondes électromagnétiques à la fréquence f_{T1} en des signaux électriques
5 transmis au générateur/récepteur 164. L'élément d'excitation 162 agit de façon identique pour les ondes électromagnétiques à la fréquence f_{T2} .

Ainsi, l'antenne 140 présente les caractéristiques d'une antenne multifonctions, c'est-à-dire d'être apte à travailler à deux fréquences différentes et d'avoir, pour chaque fréquence de travail, un diagramme de rayonnement
10 particulier. Ici, l'antenne 140 est directive pour la fréquence de travail f_{T1} et omnidirectionnelle dans un demi-espace pour la fréquence f_{T2} .

La figure 4 représente un deuxième mode de réalisation d'une antenne multi-bandes de fréquences 170 comportant un matériau BIP 172 associé à un plan métallique 174 réflecteur d'ondes électromagnétiques.

15 Dans ce mode de réalisation, le matériau BIP est agencé de manière à présenter plusieurs bandes non passantes séparées les unes des autres par de larges bandes où les ondes électromagnétiques ne sont pas absorbées.

La figure 5 représente l'évolution du coefficient de transmission de cette antenne 140 et, en particulier, deux bandes non passantes B_1 et B_2 du
20 même matériau BIP 172. La bande non passante B_1 est centrée sur une fréquence f_0 et la bande non passante B_2 est centrée sur un multiple entier de f_0 , ici $2 f_0$.

Des matériaux BIP présentant plusieurs bandes non passantes sont connus et l'agencement de ce matériau 172 pour créer ces bandes non
25 passantes ne sera pas décrit ici.

Le matériau BIP 172 comporte, de façon similaire au matériau BIP 142, une rupture de périodicité de ses caractéristiques géométriques formant une cavité parallélépipédique résonante 180 ayant une hauteur constante G .

30 La hauteur G est ici déterminée de manière à créer une bande passante étroite E_1 sensiblement au milieu de la bande non passante B_1 et une bande passante E_2 sensiblement placée au milieu de la bande non passante B_2 . Ici, la bande passante E_1 est centrée sur la fréquence fondamentale f_0

sensiblement égale à 13 GHz. La bande passante étroite E_2 est centrée sur une fréquence f_1 égale à un multiple entier de la fréquence fondamentale f_0 . Cette fréquence f_1 est ici sensiblement égale à 26 GHz.

5 Finalement, par exemple, un seul élément d'excitation 190 est placé sur le plan réflecteur 174 à l'intérieur de la cavité 180. Cet élément d'excitation 190 est propre à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques à des fréquences de travail f_{T1} et f_{T2} . Ces fréquences f_{T1} et f_{T2} sont propres toutes les deux à exciter le même mode de résonance de la cavité 180, par exemple ici, le mode de résonance TM_0 , de manière à
10 présenter, pour chacune de ces fréquences, pratiquement le même diagramme de rayonnement. Toutefois, ces fréquences f_{T1} et f_{T2} sont comprises respectivement dans les bandes passantes E_1 et E_2 .

 Dans ce mode de réalisation, l'élément d'excitation 190 est une antenne plaque ou patch rectangulaire, équipée de deux accès 192, 194
15 raccordés à un générateur/récepteur 196 de signaux électriques. Les accès 192 et 194 sont propres à exciter deux polarisations, de préférence deux polarisations orthogonales entre elles, de l'élément d'excitation 190. Ici, les accès 192 et 194 sont destinés à recevoir et/ou émettre les signaux respectivement aux fréquences f_{T2} et f_{T1} .

20 Cette antenne 170, de façon similaire à l'antenne 140, exploite le fait qu'un même défaut crée plusieurs bandes passantes étroites centrées sur des fréquences multiples entiers d'une fréquence fondamentale. Toutefois, dans ce mode de réalisation, un seul élément d'excitation est utilisé pour travailler simultanément aux deux fréquences de travail f_{T1} et f_{T2} . De plus, dans ce mode
25 de réalisation, les ondes électromagnétiques émises aux fréquences f_{T1} et f_{T2} sont polarisées de façon orthogonale l'une par rapport à l'autre pour limiter les interférences entre ces deux fréquences de travail.

 Le fonctionnement de cette antenne 170 découle de celui décrit pour l'antenne 140.

30 L'antenne 170 décrite ici est une antenne multi-bandes, c'est-à-dire apte à travailler à plusieurs fréquences différentes, mais présentant, pour chaque fréquence de travail, le même diagramme de rayonnement.

- En variante, les éléments d'excitation 160 et 162 de l'antenne 140 sont remplacés par un seul élément d'excitation apte à travailler simultanément aux fréquences f_{T1} et f_{T2} . Cet unique élément d'excitation est, par exemple, identique à l'élément d'excitation 190. Réciproquement,
- 5 d'excitation 190 de l'antenne 170 est remplacé, en variante, par deux éléments d'excitation distincts et indépendants l'un de l'autre aptes respectivement à travailler à la fréquence f_{T1} et f_{T2} . Ces deux éléments d'excitation sont, par exemple, identiques aux éléments d'excitation 160 et 162.

REVENDEICATIONS

1. Antenne multi-bandes de fréquences comportant :

- un matériau BIP (142 ; 172) (Bande d'Interdiction Photonique) apte à filtrer spatialement et fréquentiellement des ondes électromagnétiques, ce
5 matériau BIP présentant au moins une bande non passante et formant une surface extérieure (38 ; 158) rayonnante en émission et/ou en réception,

- au moins un défaut (156 ; 180) de périodicité du matériau BIP de manière à créer au moins une bande passante étroite au sein de ladite au moins une bande non passante de ce matériau BIP, et

10 - un dispositif d'excitation (160, 162 ; 190) apte à émettre et/ou recevoir des ondes électromagnétiques à l'intérieur de ladite au moins une bande passante étroite créée par ledit au moins un défaut,

caractérisée

- en ce que le dispositif d'excitation est apte à travailler
15 simultanément au moins autour d'une première et d'une seconde fréquences de travail distinctes,

- en ce que la première et la seconde fréquences de travail sont situées à l'intérieur respectivement d'une première et d'une seconde bandes passantes étroites, distinctes l'une de l'autre, et

20 - en ce que la première et la seconde bandes passantes étroites sont créées par le même défaut (156, 180) de périodicité du matériau BIP (142, 172).

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que le défaut de périodicité du matériau BIP (142, 172) créant la première et la seconde
25 bandes passantes étroites forme une cavité résonante à fuites présentant une hauteur constante dans une direction orthogonale à ladite surface extérieure rayonnante (158), et en ce que cette hauteur est adaptée pour placer la première et de la seconde bandes passantes étroites au sein de ladite au moins une bande non passante du matériau BIP.

30 3. Antenne selon la revendication 2, caractérisée en ce que la hauteur de la cavité est adaptée pour placer la première et la seconde bandes passantes étroites au sein d'une même bande non passante du matériau BIP (156).

4. Antenne selon la revendication 2, caractérisée en ce que le matériau BIP (172) présente une première et une seconde bandes non passantes disjointes et espacées l'une de l'autre, et en ce que la hauteur de la cavité est adaptée pour placer la première et la seconde bandes passantes étroites au sein respectivement de la première et de la seconde bandes non passantes du matériau BIP (172).

5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que ladite première bande passante étroite est sensiblement centrée sur une fréquence fondamentale, tandis que ladite seconde bande passante étroite est sensiblement centrée sur un multiple entier de cette fréquence fondamentale.

6. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la cavité présente une famille de fréquences de résonance formée par une fréquence fondamentale et ses harmoniques, le mode de résonance de la cavité et le diagramme de rayonnement de l'antenne étant les mêmes pour chaque fréquence de résonance de la famille, et en ce que la première et la seconde fréquences de travail correspondent chacune, dans leur bande passante étroite respective, à une fréquence de la même famille.

7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la cavité présente au moins deux familles de fréquences de résonance formées chacune par une fréquence fondamentale et ses harmoniques, le mode de résonance et le diagramme de rayonnement de l'antenne étant les mêmes pour chaque fréquence de résonance d'une même famille et différents de ceux des autres familles de fréquences de résonance, et en ce que la première et la seconde fréquences de travail correspondent chacune, dans leur bande passante étroite respective, à des fréquences appartenant à des familles différentes.

8. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le dispositif d'excitation (190) est propre à émettre des ondes électromagnétiques à la première fréquence de travail ayant une polarisation différente des ondes électromagnétiques émises à la seconde fréquence de travail.

9. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le dispositif d'excitation comporte au moins un même élément d'excitation (190) apte à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques simultanément à la première et à la seconde fréquences de travail.

10. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le dispositif d'excitation comporte un premier et un second éléments d'excitation (160, 162) aptes chacun à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques, et en ce que le premier élément d'excitation (160) est apte à travailler à la première fréquence de travail, tandis que le second élément d'excitation (162) est apte à travailler à la seconde fréquence de travail.

11. Antenne selon la revendication 10, caractérisée en ce que chacun des éléments d'excitation est propre à générer, sur ladite surface extérieure, respectivement une première et une seconde taches rayonnantes disjointes l'une de l'autre; chacune de ces taches rayonnantes représentant l'origine d'un faisceau d'ondes électromagnétiques rayonné en émission et/ou en réception par l'antenne.

12. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que la cavité résonante à fuites est de forme parallélépipédique.

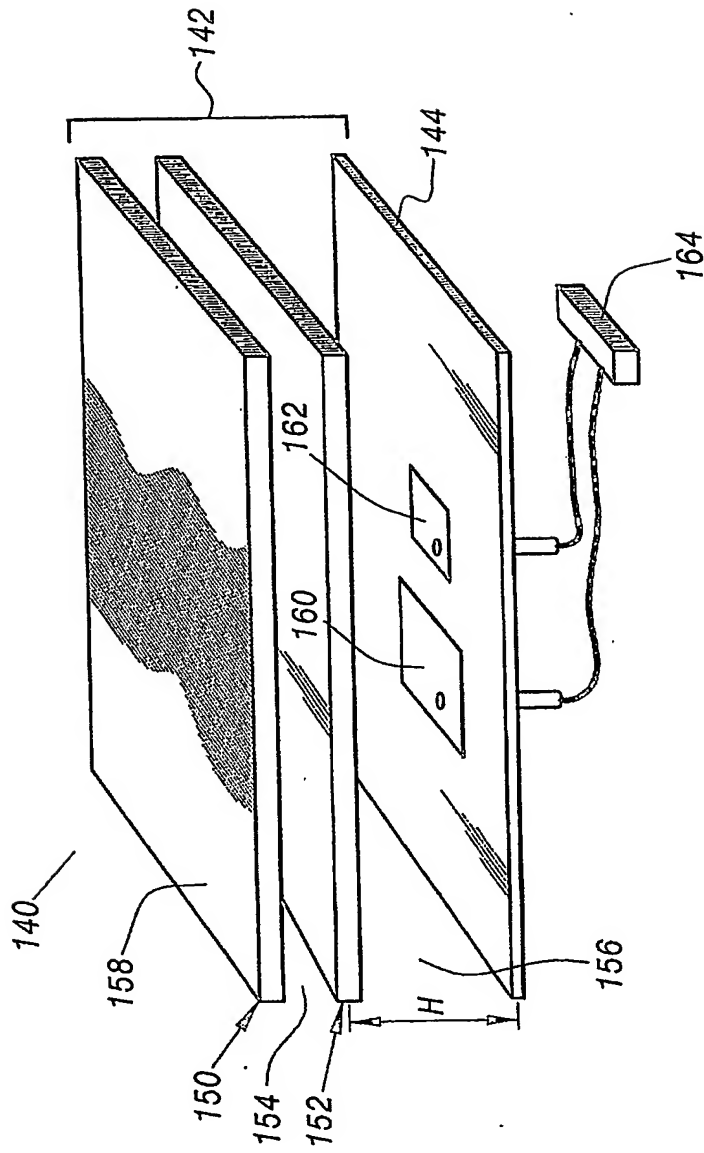


FIG. 1

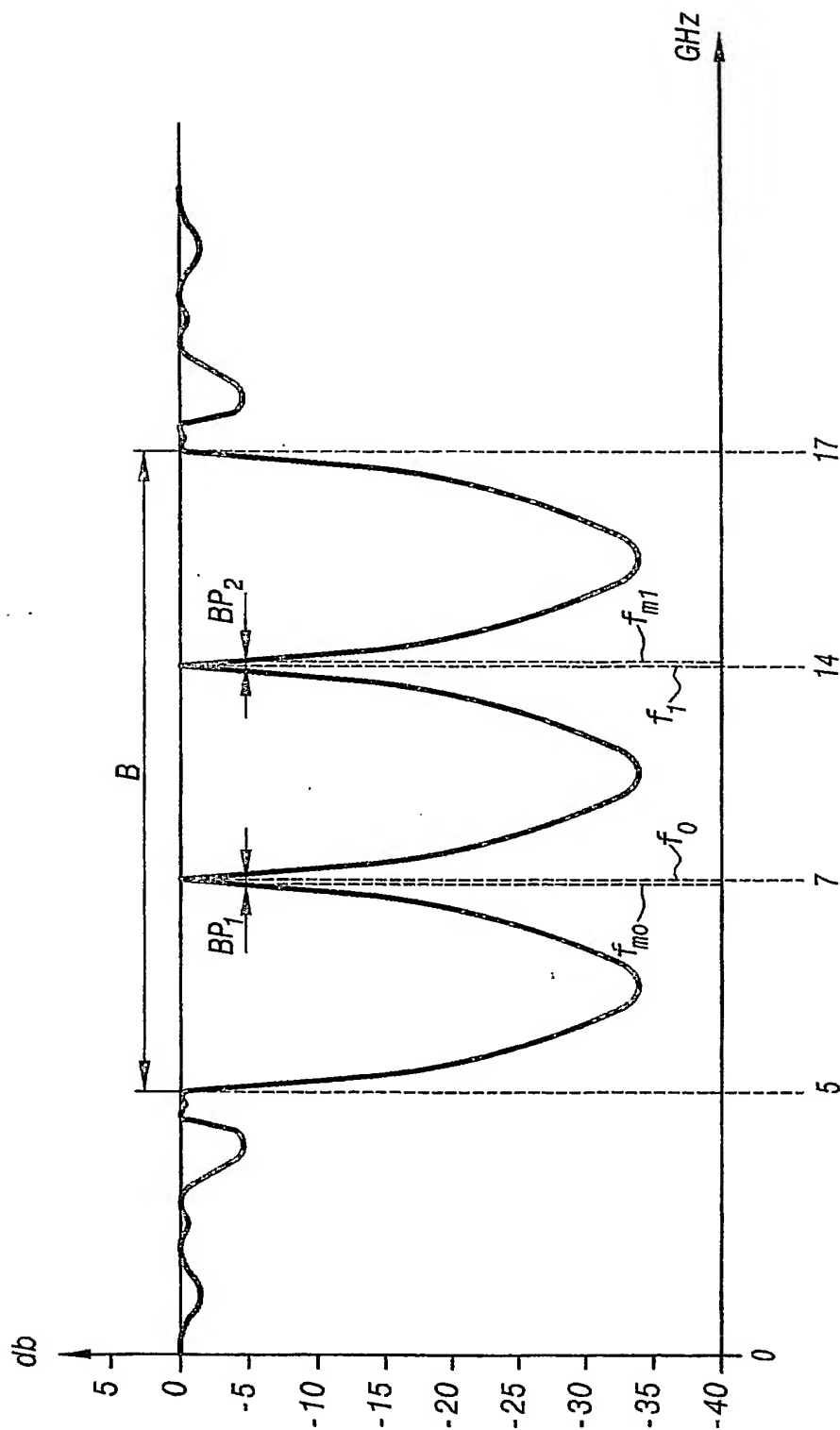
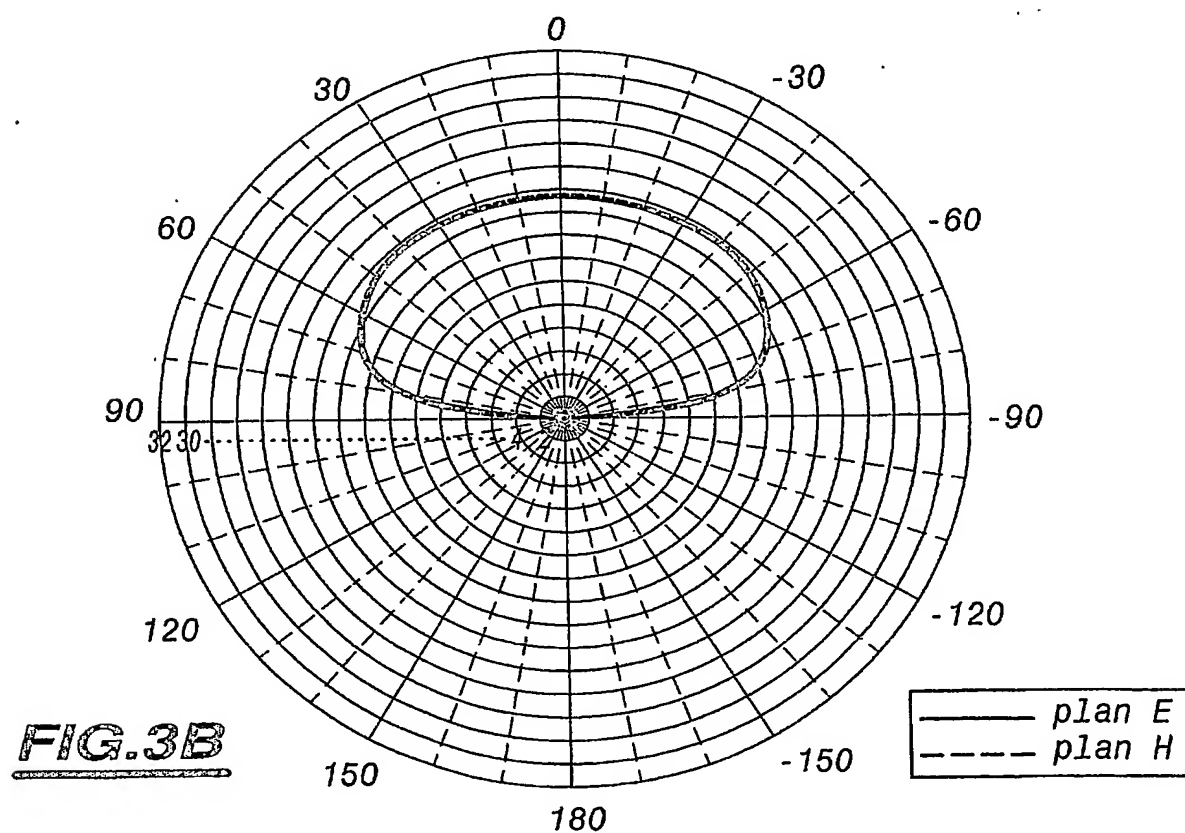
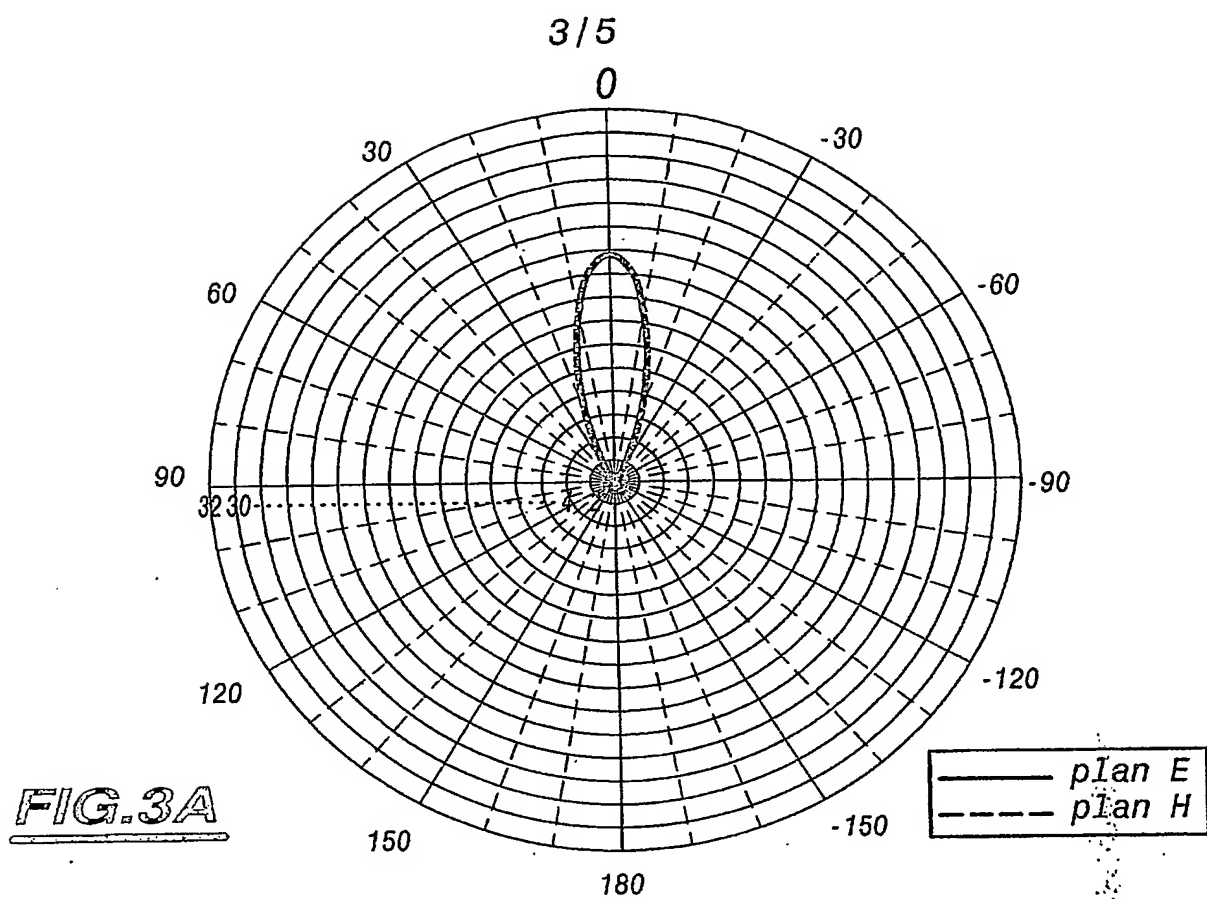


FIG. 2



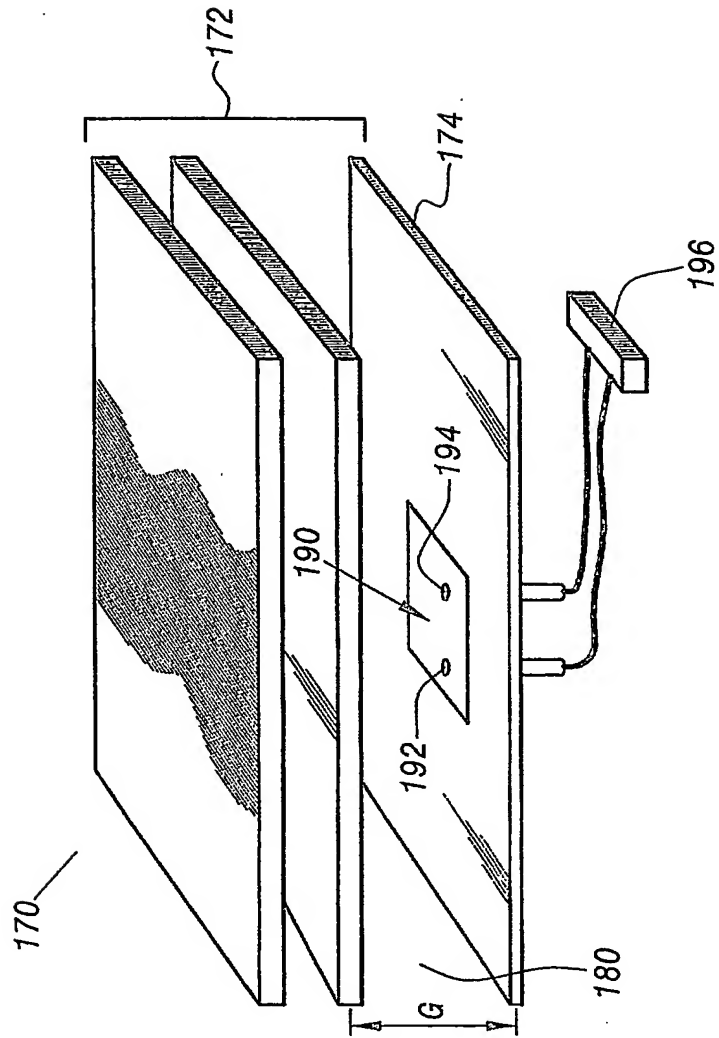
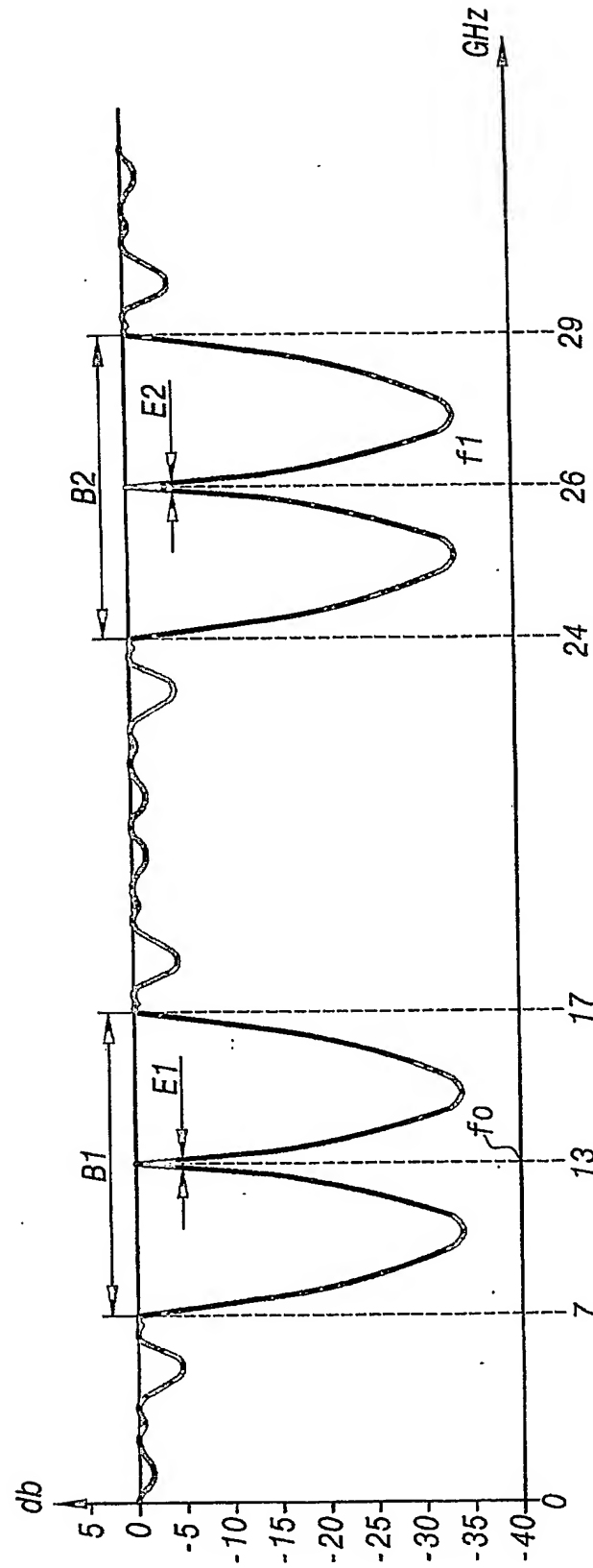


FIG. 4

**FIG. 5**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.